

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-342125
(43)Date of publication of application : 14.12.1999

(51)Int.Cl. A61B 6/03
A61B 6/03

(21)Application number : 11-090221 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
(22)Date of filing : 30.03.1999 (72)Inventor : SHINOHARA HISAHIRO
OZAKI MASAHIRO
HIRAOKA MANABU

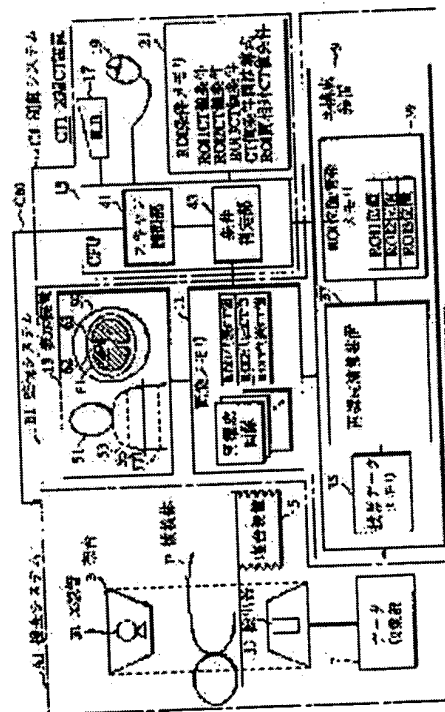
(30)Priority
Priority number : 10 84307 Priority date : 30.03.1998 Priority country : JP

(54) X-RAY CT DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute a second scan at a proper timing without grasping a CT value in a related region by a first scan constantly at a high precision.

SOLUTION: Plural related regions to be monitored can be set. For plural ROIs, ROI position information and CT value conditions can be set in an ROI position information memory 39 and an ROI condition memory 21 through a keyboard 17 or a mouse 19. A reconstitution device 9 reconstitutes first scan data stored in a projection data memory to be displayed as a reconstituted image 59 in a display unit 13 through an image memory 11, a representative CT value for each of plural ROI zones set as ROI position information is computed, and it is stored in the image memory 11. A condition determining part 43 of a CPU 15 determines if the representative CT value in each ROI satisfies conditions in the ROI condition memory 21, and it is determined if a first scan is continued, or if it is transferred to a second scan by operation between respective determination results.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-342125

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int. CL⁶
A 61 B 6/03識別記号
3 3 1
3 6 0P I
A 61 B 6/03 3 3 1
3 6 0 D

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-90221

(22) 出願日 平成11年(1999) 3月30日

(31) 優先権主張番号 特願平10-84307

(32) 優先日 平10(1998) 3月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 篠原 久広

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社

東芝本社事務所内

(72) 発明者 尾崎 真浩

栃木県大田原市下石上1386番の1 株式会

社東芝那須工場内

(72) 発明者 平岡 学

栃木県大田原市下石上1386番の1 株式会

社東芝那須工場内

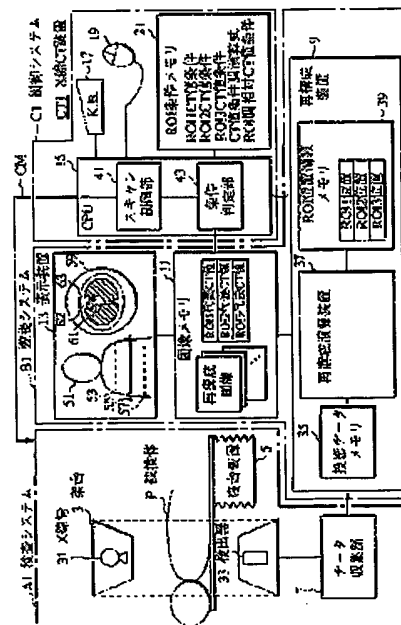
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外7名)

(54) 【発明の名称】 X線CT装置

(57) 【要約】

【課題】 第1のスキャンによる関心領域のCT値を常に高い精度で把握しなくても、適切なタイミングで第2のスキャンを実行できるようにする。

【解決手段】 モニタリングを行うべき関心領域を複数個設定可能にする。キーボード17又はマウス19から複数ROIについてそれぞれROI位置情報及びCT値条件がROI位置情報メモリ39及びROI条件メモリに設定される。再構成装置9は、投影データメモリに格納された第1のスキャンデータを再構成して、画像メモリ11を介して表示装置13に再構成像59として表示するとともに、ROI位置情報として設定された複数ROI領域毎の代表CT値を計算して、画像メモリ11に格納する。CPU15の条件判定部43は、各ROIの代表CT値がROI条件メモリ21の条件を満足するか判定し、それぞれの判定結果間の演算により第1のスキャンを継続するか、第2のスキャンへ移行するかを判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のスキャンにより関心領域のCT値のモニタリングを行い、このCT値が所定の条件を満たすときに、臨床応用画像を取得するための第2のスキャンを実行するX線CT装置において、前記モニタリングを行うべき関心領域を複数個設定可能な関心領域設定手段を有することを特徴とするX線CT装置。

【請求項2】 前記関心領域設定手段で設定された関心領域に対し、前記所定の条件として、関心領域別のCT値が満たすべきCT値条件を設定する条件設定手段と、前記CT値条件が対応する関心領域ですべて満たされているか判定し、判定結果を与える判定手段と、前記判定結果に基づいて前記第2のスキャンを起動する制御手段とを有することを特徴とする請求項1に記載のX線CT装置。

【請求項3】 前記関心領域設定手段で設定された関心領域に対し、前記所定の条件として、関心領域別のCT値が満たすべきCT値条件と関心領域間の判定演算を規定する条件とを設定する条件設定手段と、前記CT値条件が対応する関心領域でそれぞれ満たされているか判定し、関心領域別の判定結果を与える判定手段と、前記関心領域別の判定結果を用いて前記関心領域間の判定演算を行い、演算結果を与える演算手段と、前記演算結果に基づいて前記第2のスキャンを起動する制御手段とを有することを特徴とする請求項1に記載のX線CT装置。

【請求項4】 前記関心領域設定手段で設定された関心領域に対し、前記所定の条件として、関心領域間でCT値が満たすべきCT値条件を設定する条件設定手段と、前記CT値条件が対応する関心領域間で満たされているか判定し、判定結果を与える判定手段と、前記判定結果に基づいて前記第2のスキャンを起動する制御手段とを有することを特徴とする請求項1に記載のX線CT装置。

【請求項5】 前記関心領域設定手段で設定された関心領域のCT値が前記所定の条件を満たしているか判定する判定手段と、前記関心領域設定手段で設定された別の関心領域のCT値の変化を監視する監視手段と、前記監視手段による監視の結果に基づいて前記第2のスキャンの起動を停止する制御手段とを有することを特徴とする請求項1に記載のX線CT装置。

【請求項6】 前記関心領域設定手段で設定可能な関心領域の位置と前記所定の条件との関係を示す情報を格納した記憶手段と、この記憶手段に格納された情報を一覽表示する表示手段とを有することを特徴とする請求項1に記載のX線CT装置。

【請求項7】 前記関心領域設定手段により関心領域を設定可能な複数のCT画像を同時に表示する表示手段を有していることを特徴とする請求項1に記載のX線CT装置。

【請求項8】 前記複数のCT画像は異なる時間に収集した同じ断層面のCT画像であることを特徴とする請求項7に記載のX線CT装置。

【請求項9】 前記複数のCT画像は同じ断層面の異なる属性を強調するCT画像を含むことを特徴とする請求項7に記載のX線CT装置。

【請求項10】 前記複数のCT画像は異なる断層面を示すCT画像を含むことを特徴とする請求項7に記載のX線CT装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、X線CT（コンピュータ断層撮影）装置に関し、特にリアルタイムCT値モニタリング機能を備え、第1のスキャンにより関心領域のCT値のモニタリングを行い、このCT値が所定の条件を満たすときに、臨床応用画像を取得するための第2のスキャンを実行するX線CT装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年のX線CT装置では、検出器の高性能化、演算処理装置の高速化が進み、スキャンの進行中に、画像再構成を行ってそれを表示するリアルタイム再構成が実現されている。

【0003】このリアルタイム再構成の技術を、造影剤を用いたX線CT撮影に応用してリアルタイムにCT値をモニタリングするシステムがある。このシステムは、造影剤投与後、第1のスキャンを行って関心領域のCT値を監視し、造影剤の分布が最適な状態になったときに第2のスキャンを行なって、適切に造影された画像を得る。

【0004】このリアルタイムCT値モニタリングシステムでは、関心領域のCT値がリアルタイムに監視され、第2のスキャンで造影剤の最適な分布状態での画像が得られる。このため、造影剤の使用量を減らして被検体の負担を軽減でき、またスキャン回数を減らして被検体の放射線被曝量を低減することもできる。

【0005】このようなシステムを備えたX線CT装置は、第1のスキャンにおいて単に1個の関心領域を指定し、これをリアルタイムCT値監視の対象としている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このため、第2のスキャンを実行するタイミングを単一の関心領域のCT値に基づいて判断することになり、このCT値を常に高い精度で把握しておく必要があった。

【0007】その結果、例えば、第1のスキャン中に被検体の体動等による外乱を受けたときに異なった判定を行う可能性がある。このため外乱の少ない箇所に関心領

域を設定するか、その外乱の実体を見極める方向で対処することになって、これに割り当てる計算機資源が暴発的に増大し、ひいては、関心領域の指定条件が制約を受けるといった影響が懸念された。

【0008】本発明は上述の点に鑑み為されたものであり、その目的は、第1のスキャンでモニタリングすべき関心領域のCT値を、常に高い精度で把握しなくても、状況に応じ必要な精度で把握しておけば、適切なタイミングで第2のスキャンを実行することができるX線CT装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく、本発明のX線CT装置は、第1のスキャンにより関心領域のCT値のモニタリングを行い、このCT値が所定の条件を満たすときに、臨床応用画像を取得するための第2のスキャンを実行するX線CT装置において、前記モニタリングを行うべき関心領域を複数個設定可能な関心領域設定手段を有することを特徴とする。

【0010】本発明によれば、第1のスキャンでCT値のモニタリングを行うべき関心領域を、関心領域設定手段により複数個設定できる。

【0011】

【発明の実施の形態】次に図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図中、同じ動作を示す要素は同じ参照符号で示し、説明の重複を避ける。

【0012】先ず、図1～図5を参照して本発明の第1の実施の形態を説明する。

【0013】図1に示すように、X線CT装置CT1は、被検体Pを複数のX線スキャンモードの1つでスキャンしてスキャンデータを採集する検査システムA1と、この検査システムA1により採集されたスキャンデータに基づき被検体Pのスキャン部の監視用画像を再構成して表示するとともに、表示画像中の後述の要領で設定された各関心領域（以下、しばしば「ROI」と呼ぶ。）のCTデータを処理してそれらを領域別に代表する数値データ（以下、しばしば「代表CT値」又は単に「CT値」と呼ぶ。）を与える監視システムB1と、複数のCT値からなる前記数値データの総合的な特徴を被検体Pのスキャン予定部との関係に照らして認識し、その認識結果に基づいて前記検査システムA1に制御指令CMを与える制御システムC1とからなる。この制御システムC1により認識されるべき数値データの総合的特徴（即ち属性）とそれが認識されるための顕著さ（即ち有意性）とは、後述の要領で設定される諸条件により定義される。制御指令CMは、検査システムA1が第1のスキャンを行うためのスキャンモードにあり且つ上記設定条件が満たされた場合に、第2のスキャンの起動信号を含む。

【0014】検査システムA1は、X線源であるX線管31と線量検出器33を含む回転スキャン架台3と、

被検体Pを載置して体軸方向に移動させる天板を含む舞台装置5と、検出器33の検出信号を増幅しA/D変換して収集する投影データ収集部7とを備えて構成される。

【0015】監視システムB1は、投影データを格納する記憶メモリ35と、この記憶メモリ35から読み出した投影データからスキヤノ像及び断層像を再構成するとともに関心領域の代表CT値を計算する再構成演算装置37と、設定された関心領域の座標データを記憶するROI位置情報メモリ39とを有する再構成装置9と、スキヤノ像、断層像及び複数関心領域のCT値を記憶する画像メモリ11と、この画像メモリ11に記憶された画像を表示することにより操作者への出力装置として機能する表示装置13を含む。

【0016】制御システムC1は、X線CT装置CT1全体を制御するCPU（中央処理装置）15を含むコンソールと、複数の関心領域の位置及び形状と関心領域毎のCT値条件とCT値条件間の演算式とその他の所要事項とを入力可能なキーボード17及びマウス19を含む入力装置と、関心領域毎のCT値条件、CT値条件間の演算式等の設定条件を記憶するROI条件メモリ21とを備えている。

【0017】なお、監視システムB1の表示装置13は、上記コンソールの表示部に配置されており、その表示画面と制御システムC1の入力装置とを介してコンソールのオペレータと対話可能な構成になっている。

【0018】架台3では、前記X線管31と検出器33とが対向して配置され、回転駆動機構により駆動されて被検体Pの体軸回りに回転し、これにより被検体Pの周囲からX線投影の強度分布が検出される。

【0019】再構成装置9では、前記投影データメモリ35がデータ収集部7から送られる投影データを記憶し、ROI位置情報メモリ39がキーボード17及びマウス19を含む入力装置から入力された複数の関心領域の位置及び形状を記憶し、再構成演算装置37が投影データメモリ35のデータを使用して断層像を再構成するとともにROI位置情報メモリ39に記憶された関心領域の代表CT値を計算する。

【0020】CPU15は、スキャン制御部41と条件判定部43とを備え、X線CT装置CT1の全体を制御するコンソールの主体をなす。スキャン制御部41は、制御指令CMを介して、前記回転駆動機構に架台3のX線管31と検出器33とを回転させることができ、同時に、X線管31に高電圧を供給する高電圧電源、及び舞台装置5を制御して、被検体Pのスキヤノ撮影と、参照画像収集スキャンと、第1のスキャンと、通常のスキャン、実スキャン又は次のスキャンと呼ばれる場合もある第2のスキャンとを含む複数のスキャンモードに対応することができる。

【0021】第1のスキャンとは関心領域のCT値をそ

ニタリングするためのスキャンであり、このモニタリングは第2のスキャンの実行タイミングを割り出すために行われている。このため、通常、第1のスキャンは低X線量で実施され、造影剤投与後は間欠もしくは、連続的に行われる。この点、第2のスキャンは臨床的な応用を目的として可及的に多検且つより効果的なCT画像を取得するためのスキャンであり、例えば造影剤が最適な分布状態になる直前のタイミングで起動して検査対象部位の情報を出来るだけ多く引き出せるようにする等の配慮を必要とし、X線量も比較的高い。

【0022】なお、第1のスキャンは、架台3と検検体Pとの体軸方向の相対運動が生じないパイロットスキャンとして実行されることもあり、その場合、検出器33がシングルスライスの検出器であれば、1枚の断層像が得られる。検出器33がマルチスライスの検出器で、X線管31が検出器33に対応したコーンビームを発生させるシステムでは、マルチスライスの断層像が得られる。

【0023】CPU15の条件判定部43は、再構成装置9で計算され画像メモリ11に格納された複数の関心領域のそれぞれの代表CT値と、ROI条件メモリ21に記憶された複数の関心領域のそれぞれのCT値条件とを読み出し、前者が後者を満足するかどうかを判定する。複数の関心領域のCT値条件間演算式が記憶されていれば、それも読み出して演算を行い、条件がすべて満足されていれば、第1のスキャンから第2のスキャンへ移行させることを許可する判定を行う。

【0024】ここで、図2、図3を参照し、関心領域及び判定条件の設定要領について説明する。

【0025】図2は、表示装置13の画面に表示される設定用アイコン71～79を示す。これらのアイコン71～79は複数の関心領域の位置及び形状の設定と、各関心領域毎の代表CT値の有意性判定のための閾値の設定に使用される。これらのアイコンをコンソールのパネルスイッチとして構成することは差し支えない。本実施の形態では、説明の便宜上、設定可能な関心領域の個数を3個とするが、4個以上であっても良い。

【0026】図3は、表示装置13の画面に表示される条件設定用ウィンドウ80を示す。このウィンドウ80は条件設定(1)と表示された上部領域80aと条件設定(2)と表示された中間領域80bと、下部領域80cとを有する。条件設定(1)の領域80aは、前記アイコン76で設定された関心領域別の閾値と代表CT値との比較条件(不等式)の設定と、この条件に対する関心領域別の判定結果を全ての関心領域に亘り統合的に判定するための論理条件(AND/OR)を示す演算式の設定とに使用される。なお、閾値と比較条件とそれらの組み合わせとは、いずれもCT値条件と考えられる。

【0027】条件設定(2)の領域80bは、複数の関心領域間でそれらの代表CT値を統合的に比較するため

の条件(連立不等式)を設定するために使用する。この場合の比較条件もCT値条件と考えられる。

【0028】アイコン71～74は断層像59(図1)上の任意な位置に任意な形状の関心領域を設定するために選択的に使用される。円形の関心領域を設定するときには○印のアイコン71を選び、矩形的関心領域を設定するときには□印のアイコン72を選ぶ。アイコン73は多角形の関心領域を設定するときを選択され、任意な外形の関心領域を設定するときにはアイコン74が選択される。

【0029】アイコン71～73を用いる場合は、どれか1つを選び、例えばマウス19により、断層像59上の任意な位置に対応した形状の関心領域を設定することができる。設定した関心領域の大きさを変更することも可能で、領域外周の境界線の一部をドラッグすることにより、随意に拡大縮小できる。

【0030】アイコン74を用いる場合には、マウス19と連動したカーソルの軌跡により画像上に閉曲線を描いて所望形状の領域を囲い込み、関心領域として設定する。キーボード17又はマウス19等の入力装置を介して設定された関心領域は、CPU15により、ROI位置情報メモリ39に格納され、同時に断層像59の上に表示61される。

【0031】それぞれの関心領域は、その位置及び形状を設定した後で引き続き[CT値]アイコン75を選択することにより、関心領域別のCT値条件を入力することができる。

【0032】このアイコン75を選択すると、その直前に設定した関心領域の平均のCT値がアイコン76の場所に自動的に表示される。

【0033】そこでキーボード17から4桁の数値を入力して平均CT値に上書きするか、キーボード17又はマウス19を用いて平均CT値を増減させることにより、アイコン76の表示値を適宜変更し、対応する関心領域の代表CT値の比較対象となるCT値条件として設定する。

【0034】そして[次のROI]アイコン77を選択すると、次の関心領域の設定モードに入り、この関心領域の位置及び形状を既述の要領で設定することになる。こうして、順次、関心領域及び領域別CT値条件の設定が繰り返される。

【0035】必要な個数の関心領域61、62、63について、それぞれの位置、形状及びCT値条件を設定した後、[OK]アイコン79を選択することにより、その設定を確定できる。設定の変更が必要なときは、[キャンセル]アイコン78を選択することにより最初の関心領域から設定し直すことができる。

【0036】次に、複数の関心領域のCT値に対し統合的な判定を下すための論理演算式の設定を行う。図3に示す矩形的アイコン81を選ぶと条件設定(1)の領域

80aが選択され、アイコン86を選ぶと条件設定(2)の領域80bが選択される。

【0037】条件設定(1)では、アイコン84又は85を選んで、各関心領域の代表CT値とCT値条件(閾値)との比較条件として不等号(<、>)を選択し、条件が成立すれば真(“1”)となり、不成立であれば偽(“0”)となる関心領域別の論理変数を設定するとともに、アイコン82又は83を選んで、上記論理変数間の論理積(ANDの組み合わせ)または論理和(ORの組み合わせ)を指定し、判定用論理関数Fを設定する。10
次の式(1)は論理関数Fの一例である。

【0038】

【数1】 $F = (ROI1 > cti1) * (ROI2 > cti2) * (ROI3 > cti3) \dots (1)$ ここで、ROIi

($1 \leq i \leq 3$)は第1のスキュンで得られた関心領域iの代表CT値であり、cti($1 \leq i \leq 3$)は関心領域iのCT値条件(閾値)である。「*」は論理積を示す。

【0039】式(1)の論理関数Fは、ROI1がcti1より大きく、且つROI2がcti2より大きく、且つROI3がcti3より大きいときに、真となり、それ以外では偽となる。 *

$G = ROI1 < ROI2 < ROI3$

ここで、ROIi($1 \leq i \leq 3$)は、第1のスキュンで収集された投影データに基づく関心領域iの代表CT値である。

【0046】なお、条件設定(1)及び条件設定(2)の設定内容は、ウィンドウ80の下部領域80aのアイコンにより確定もしくはキャンセルできる。

【0047】図4は、図1に示したX線CT装置CT130のリアルタイムCT値モニタリングシステムの作動を説明するためのフローチャートである。

【0048】まず、寝台装置5の上で被検体Pの位置が設定され(ステップS11)、X線管31を架台3の上部に固定し被検体Pを体軸方向に移動させてスキュン撮影が行われる(ステップS13)。このスキュン撮影で得られたスキュングラム51(図1参照)が、表示装置13に表示される。

【0049】次いで、このスキュングラム51を参照して、第1のスキュンを行うための参照画像収集スキュン、第1スキュン、第2スキュンのスキュン計画が作成される。その際、スライス位置55、スライス厚、スキュン開始位置53、スキュン終了位置57、管電圧、管電流等のスキュン条件が設定される(ステップS15)。

【0050】次いで、参照画像収集スキュンが行われ(ステップS17)、再構成演算装置37によりデータが再構成されて(ステップS19)、参照画像収集スキュンによる断層像59が表示装置13に表示される(ステップS21)。

*【0040】次の式(2)は論理関数Fの別例を示す。
【0041】

【数2】 $F = (ROI1 > cti1) + (ROI2 > cti2) + (ROI3 > cti3) \dots (2)$ ここで、ROIi

($1 \leq i \leq 3$)は第1のスキュンで得られた関心領域iの代表CT値であり、cti($1 \leq i \leq 3$)は関心領域iのCT値条件(閾値)である。「+」は論理和を示す。

【0042】式(2)の論理関数Fは、ROI1がcti1より大きいという条件と、ROI2がcti2より大きいという条件と、ROI3がcti3より大きいという条件と、のいずれかの条件が成立すれば真となり、いずれも成立しない場合にのみ偽となる。

【0043】論理関数Fの真理値は、後述(ステップS33)のごとく、第1のスキュンを継続するか第2のスキュンへ移行するかの判断基準となる。

【0044】条件設定(2)では、アイコン87又は88を選ぶことにより、複数の関心領域の代表CT値の間の統合的な比較条件(大小関係)が独立不等式Gとして設定される。この条件式の例を次の式(3)に示す。

【0045】

【数3】

$\dots (3)$

【0051】次いで、スキュングラム51及び断層像59を参照して、断層像59上に複数の関心領域が設定され、関心領域別のCT値条件と、この関心領域別CT値条件の間の論理演算式とが設定される。また複数の関心領域間の相対的なCT値条件が必要に応じ設定される(ステップS23)。

【0052】ステップS23における設定が行われ、ROI条件メモリ21に格納された後、造影すべき部位に応じた造影剤が被検体Pに投与され(ステップS25)、第1のスキュンが行われ(ステップS27)、再構成装置9による断層像の画像再構成及び表示装置13に表示される断層像59の更新が行われる(ステップS29)。

【0053】次いで、ROI位置情報メモリ39に記憶されたROI位置及び形状が再構成演算装置37により参照され、各関心領域毎の代表CT値が計算され、画像メモリ11に格納される(ステップS31)。

【0054】この代表CT値は、通常、関心領域内の全画素についての平均値を採用するが、関心領域内のCTデータ値の分布の形における中央値(メディアン)としてもよい。また用途によっては、関心領域内の最大値、最小値或いは極値を利用してもよい。

【0055】次いで、複数の関心領域のCT値条件間の演算を示す論理関数または、関心領域間の相対的CT値条件が満足されるか否かが判定される(ステップS33)。そして、条件が満足されていれば、第2のスキュンを実行して(ステップS37)、終了する。

【0056】ステップS33の判定において、条件が満足されていない場合は、繰り返し第1のスキンの開始または造影剤の投与から所定時間が経過したか否かを判定し、経過していない場合は、再び関心領域のCT値をモニタするため、ステップS27へ分岐する（ステップS35）。所定時間が経過していれば、タイムアウトと判定して、エラーを報告し、適宜エラー処理を行う。

【0057】このステップS35における所定時間経過の判定の意味は、造影剤投与の誤りや、CT値条件設定誤りがあるような場合に、第1のスキンの無意味な繰り返しを防止することにある。

【0058】かくして、第1のスキンにより複数の関心領域のCT値をモニタし、各関心領域の代表CT値が設定されたCT値条件を満足するか否かの条件判断と、これらの条件判断間の演算結果によって、あるいは、複数の関心領域間の相対CT値条件によって、第1のスキンから第2のスキンへの移行が判定されるので、柔軟なCT値条件の判断により、正確な造影剤分布を検出し、最適な造影剤分布のタイミングでスキニングを行うことができる。

【0059】なお、各関心領域の代表CT値が設定されたCT値条件を満足するか否かの条件判断、または複数の関心領域間の相対CT値条件は、単なる大小比較のみならずファジィ論理を利用しても良い。

【0060】図5に、関心領域1の代表CT値（ROI1）と、関心領域2の代表CT値（ROI2）との間の比較にファジィ論理を用いたときのメンバーシップ関数91～95を例示する。

【0061】上述の実施形態において、関心領域の個数は2以上であればよく、また複数の関心領域のCT値条件間の論理演算式（論理関数）には任意の論理を設定することができる。

【0062】上記実施の形態は、シングルスライスX線CT装置とマルチスライスX線CT装置とのいずれにも適用できる。後者の場合には、CT値モニタの対象となる複数の関心領域をマルチスライス断層像に分散して設定できる。

【0063】本実施の形態によれば、複数の関心領域によりCT値をモニタリングしているため従来のように単一の関心領域で常に高い精度を把握する必要がなく、関心領域の指定の制約が少なくなった。

【0064】本実施の形態は、第1のスキンにおける被検体の体動などの外乱に対し、関心領域の代表CT値の条件判断を正確に行い、複数の関心領域のCT値を監視してこれらCT値間の各種演算により造影状態の判断を柔軟に行ない、少ない造影剤の投与量で最適な造影剤分布の画像を得ることに適している。

【0065】次に、図6～図8を参照して、本発明の第2の実施の形態に係るX線CT装置CT2の説明を行う。図6はX線CT装置CT2のブロック図である。

【0066】第2の実施の形態に係るX線CT装置CT2は、第1の実施の形態と同様にスキャンデータを採集する検査システムA2と、監視用画像を再構成し設定された関心領域のCT値を計算する監視システムB2と、CT値の有意な異性を設定条件に照らして認識し制御指令CMを与える制御システムC2とからなり、更に以下に新たに説明する構成及び機能をも有する。監視システムB2の再構成装置9は投影データの前処理部9aを備え、出力装置13はコンソールの周辺機器として対話可能なモニタ13aを有する。

【0067】このX線CT装置CT2では、様々な監視条件をプリセットしたテーブルが制御部141を介し条件メモリ121に格納されていて、そのテーブルの内容を画像処理装置100、判定部43及び制御部141へ必要に応じ読み出して適宜設定もしくは処理できる構成になっている。

【0068】図7は条件メモリ121に格納されたテーブルの例を示し、(a)は検査対象テーブル150、(b)はこの検査対象テーブル150の下位層にあるパラメータテーブル160である。

【0069】検査対象テーブル150は、各種の造影検査対象を臓器別、症例別等にリストアップしたテーブルで、これをモニタ13aに表示し、表示されたテーブル150の中の1つ以上の項目（例えば、肝臓及びガン）を選択すると、それに対応もしくは共通するパラメータ群（例えば、肝臓ガン用パラメータ群1a）を選んで一覧表示したパラメータテーブル160がモニタ13aに表示される。

【0070】各パラメータ群は、例えば、撮影条件、表示条件、トリガ条件等に類別して表示され、撮影条件であれば間欠スキニング、同期スキニング等に分け、更に低線量モード、部位等に応じ細目表示される。表示条件は、複数画像、グラフ表示等の区別や、トリガをかけるために使用する画像の名称等が表示される。特定の画像名称を選ぶと、例えば図8(a)に示すような画像ウィンドウ170にCT画像の例171が示される。トリガ条件の場合にはCT値、CT値変化率、ROI数、計算CT値範囲、ROI領域等がパラメータ表示され、特定のパラメータ、例えばCT値を選ぶと、図8(b)に示すようなCT値監視ウィンドウ180にCT値曲線181が示され、また例えばROI領域を選ぶと、図8

(a)、(b)に例示するようなROI表示172或いは代表CT値表示173がなされる。

【0071】さらに、代表的なガイド表示も出され、例えば、肝臓で、動脈相のタイミングをとる条件を選択すると、その条件を設定するとともに、どこがどの様に造影剤で染まったときをとらえるべきかガイド表示がなされる。

【0072】そうした条件は撮影プランの中に組み込むことも可能である。

【0073】この実施の態様によれば、複雑なトリガー条件を検査の都度設定する必要が無く、手間が省け、しかも設定時の誤操作を懸念しなくて済む。

【0074】次に、図9～図11を参照して、本発明の第3の実施の形態に係るX線CT装置CT3の説明を行う。図9はX線CT装置CT3のブロック図である。

【0075】第3の実施の形態に係るX線CT装置CT3は、第2の実施の形態と同じ機能を有する検査システムA3、監視システムB3、及び制御システムC3からなり、更に以下に新たに説明する構成及び機能を有する。

【0076】この実施の形態では、制御システムC3がシングルスライスモードとマルチスライスモードとのモード切換部210を有し、条件設定部221に下記の機能に対応したデータのテーブルがプリセットされていて、選択されたデータが画像処理装置200で処理され、モニタ13a上に複数の画像が同時に表示される。

【0077】図10は短時間でスライス厚の切換が可能でシングルスライスモードにおいてモニタ13aの画面に表示される複数の画像の例で、(a)は同じ断面の層性強調画像250、(b)は同じ断面を異なる時間にスキャンした場合の表示画面260である。

【0078】層性強調画像250は、層性が異なる仕方で強調された標準画像251、252を表示している。層性の強調は、異種ウィンドウの利用、異なる関数による処理、差分画像の並置、拡大、ズーム等、層性の内容に応じた様式を、条件設定部221で設定できる。これにより視点が絞られ、平均レベルの差或いは濃淡の違いによりコントラストが増し、細い血管、薄い梁まり等の微細な変化でもとらえることができる。

【0079】異なる時間表示画面260は、或る断面の現在の標準画像261とその断面の異なる時間での処理画像262とを示しており、これによりモニタリングすべき関心領域の例えば現在までのCT値の変化の大きさがわかる。また心拍や呼吸状態を把握して、効果的な位相でのCTデータ監視が可能となる。

【0080】図11(a)はマルチスライスモードでモニタ13aの画面に表示される複数のスライス画像271～274を例示し、図11(b)はその画像271～274に対応するスライス位置(検出器列)281～284を被検体280の体軸方向Zで示す表示例である。

【0081】画像処理装置200は以上の画像処理を組み合わせて行うことができる。

【0082】なおモニタ13aに表示されたそれぞれの断面像には、1つ又は複数の関心領域を設定することができる。このように異なるスライス面を略同時に収集するマルチスライスにおいて各スライス面にROIを設定する時、血管の走行状態がROIを設定するのに不適切な場合(例えば、異なる血管のそれぞれの第1スライスにおいて一方が詰まり状態、他方が走行良好であり、第

2スライス面においては逆に前者が走行良好状態で、後者が詰まり状態であるような場合)に、この実施の形態によれば複数の異なるスライス位置断面像が表示され、従ってトリガータイミングの精度を上げることができる。

【0083】以上の実施の形態において、関心領域を被検体の比較的大きな血管に設定し、その血管に造影剤を流して平均CT値の連続的監視を行うとき、被検体がファントムならば動きがなく、関心領域がずれることはないが、被検体が人体の場合には、その生体現象、例えば、せき、くしゃみ等により関心領域のスキャン位置が設定位置からずれる。

【0084】このスキャン位置のズレによってCT値がどう変化するかは、ずれた領域に何があるかによる。ずれる前と似たような器官が存在しても、そこに充分な造影剤が回らなければ、時間が経過しても平均CT値が閾値に達せず、第2のスキャンを自動的に開始させることはない。この場合には、画面上で造影剤の有無を確認して操作者の判断で第2のスキャンを開始することになる。

【0085】ずれた領域に、例えば骨等、CT値が高くなる臓器がある場合には、ずれと同時に平均CT値が閾値を越え、第2のスキャンが不適切なタイミングで開始されてしまう。

【0086】これは、関心領域を小さく設定し、多少のずれが生じても、望ましい領域からはみ出さないようにすることは可能であるが、本質的な解決にはならず、しかも平均CT値がノイズの影響を受け易くなる。

【0087】そこで、被検体の動きを常時監視し、検査システムの座標系で定義された関心領域の座標を被検体の座標系の変化に合わせて補正することも考えられるが、この補正をリアルタイムで行うにはかなりの計算機資源を必要とし、しかも被検体の体軸方向で座標の補正を行うと、第2のスキャンにおけるCT像の解釈が難しくなり、充分な臨床的応用性を維持できないことも想定される。

【0088】かかる点に鑑み、以下、図12～図18を参照して、本発明の第4の実施の形態に係るX線CT装置CT4の説明を行う。図12はX線CT装置CT4のブロック図である。

【0089】第4の実施の形態に係るX線CT装置CT4は、以上の実施の形態と同等な機能を有する検査システムA4、監視システムB4、及び制御システムC4からなり、更に以下に新たに説明する構成及び機能を有する。

【0090】X線CT装置CT4では、制御システムC4が、スキャン制御部41、ROI設定用モニタ313等の入出力インターフェースを備えた平均CT値監視部343を有する。なお、ROI設定用モニタ313は監視システムB4のリアルタイム再構成画像表示部13と

同じ画面であってよく、また平均CT値監視部343は関心領域設定機能、監視条件設定機能及び判定機能を有することから制御システムC4の構成要素として示すが、これを監視システムB4に含めることは差し支えない。

【0091】このX線CT装置CT4は、被検体の動きを検知して、CT値監視による第2のスキンの起動を一時的に停止するように構成されている。

【0092】より詳細には、リアルタイムCT値モニタリングシステム用に既述の要領で関心領域（以下、「通常ROI」と呼ぶ。）の位置及び形状を設定する際、それとは別に異なる関心領域（以下、「停止ROI」と呼ぶ。）を設定する。停止ROIの位置としては、所定の断層像において被検体が動かなければ時間が経過しても平均CT値が実質的に変化しない部位又は変化の少ない部位、例えば、背骨等を選ぶ。ここでは、「通常ROI=1個、停止ROI=1個」と仮定して説明を行う。

【0093】各関心領域の設定に際し、その監視条件を平均CT値監視部343に設定する。監視条件は、通常ROIの場合、平均CT値の閾値を含み、停止ROIの場合には、平均CT値の許容変動幅を規定するCT値条件を含む。

【0094】平均CT値監視部343は、スキャン制御部41に様々な監視結果を通知する監視信号MSを与える。この監視信号MSは、通常ROIの平均CT値がその閾値を越えたときに、第2のスキンの起動指令の出力を許容する信号状態となり、また停止ROIの平均CT値が規定幅を逸脱している間、上記起動指令の出力を許容しない信号状態となる。

【0095】これにより、被検体の不意な動きにより第2のスキンの不適切なタイミングで開始する様な事態を可及的に防止できる。

【0096】次に、図13～図16を参照し、上記制御システムC4の動作の説明を行う。図13～図15はモニタ313の画面313aの表示例である。この画面313aは、説明の便宜上モニタ313の画面と考えられ、リアルタイム再構成表示部13の画面であっても良い。

【0097】画面313aには、図13(a)に示すように、参照画像ウィンドウ313b、CT値監視ウィンドウ313cを備える。

【0098】参照画像ウィンドウ313bには参照画像収集のためのスキンのCT値350が表示され、CT値監視ウィンドウ313cには各ROIの平均CT値360及び監視条件370が表示される。

【0099】まず、ステップS41で、参照画像350を得る。

【0100】次に、ステップS42で、図13(b)に示すように通常ROI及び停止ROIを設定する。通常ROIは、検査対象臓器355の近傍で造影剤の動きを

把握しやすい位置、例えば、大動脈を構成する血管351に、例えば、円形の関心領域352として設定され、停止ROIは、位置ずれがあれば平均CT値が顕著に変化する位置、例えば、他臓器との境界面を含む背骨353の一部に、例えば、角形の関心領域354として設定される。

【0101】この関心領域の設定に際し必要な監視条件が設定され、 $t=T0$ で平均CT値の監視が始まる。監視条件には、図14(a)に示すように、通常ROIの平均CT値CT(n)に対する閾値Hと、停止ROIの平均CT値CT(s)に対する規定幅Wと、連続スキンの制限時間とが含まれる。

【0102】その後、造影剤が注入され、注入完了が通知される。

【0103】そして、ステップS43で、第1のスキンの開始される。ステップS44で、通常ROI及び停止ROIの平均CT値CT(n)、CT(s)が計算される。

【0104】ステップS45で、第1のスキンの経時($t-T1$)が設定された制限時間内であるか判断し、制限時間を過ぎていれば(NO)、フローがステップS46へ進み、第1のスキンを停止する。制限時間内であれば(YES)、ステップS47へ進む。

【0105】ステップS47では、図14(a)又は図15(a)に例示されるように、通常ROIの平均CT値CT(n)が造影剤の到着その他の理由により起き上がり、閾値Hを越えたか判断する。平均CT値CT(n)が閾値Hを越えていれば(YES)、フローはステップS48へ進む。なお、図15(a)中の通常ROIの平均CT値CT(n)は、被検体が不意($t=T3$)に図15(b)に示すように側方へ動き、通常ROIの設定位置352が血管351からずれて比較的CT値の高い周辺部へはみ出したことにより、閾値Hを越えた状態にある。

【0106】上記ステップS47で、平均CT値CT(n)が閾値Hを越えていなければ(NO)、フローが前記ステップS44へ行き、次のクロックフレームで改めて平均CT値CT(n)、CT(s)を計算する。つまり、第1のスキンを続行する。

【0107】ステップS48では、停止ROIの平均CT値CT(s)が規定幅Wの範囲内にあるか判断する。図14(b)に示すように、造影剤の濃密液が到着し始めた時($t=T2$)に、停止ROIの設定領域354が当初の設定対象である背骨353の部分と実質的に同じ位置に在れば、図14(a)に示すように、停止ROIの平均CT値CT(s)が規定幅Wの範囲に保持され(YES)、従ってフローがステップS49へ進み、実質的に $t=T2$ の時点で第2のスキンの開始を許容する。

【0108】しかしながら、図15(b)に示すよう

に、停止ROIの設定位置354が背骨353からずれて比較的CT値の低い周辺部へ移動すると、図15(a)に示すように停止ROIの平均CT値CT(s)が規定幅Wを逸脱し、規定幅Wの範囲内には存在しなくなる(No)ことから、フローが前記ステップS44へ行き、第1のスキヤンを続ける。つまり、上記ステップS49へは進むことができず、第2のスキヤンの開始も許容されない。

【0109】複数の通常ROIと1つの停止ROIとを用いても良い。

【0110】この場合、第1のROIと上記停止ROIとを図16の制御フローで監視し、他の通常ROIを第1の実施の形態における複数の関心領域と考えて図4の制御フローで監視するようにしたもので、図4の制御フローのステップS31とステップS33との間に、図16のステップS48の肯定(YES)フローを割り込ませた制御方式とする。

【0111】

【発明の効果】以上により明らかなごとく、本発明によれば、第1のスキヤンにおいて適宜な個数の関心領域を設定し、それぞれのCT値を状況に応じた必要な精度でモニタリングしておけば、それらを関心領域別に選択的に利用し或いは関心領域間で組み合わせることで、より、単一の関心領域のCT値を常に高い精度で把握したのと同程度の判断ベースが得られ、第2のスキヤンを適切なタイミングで実行することができる。

【0112】例えば、被検体の体動等によりリアルタイムな外乱が生じたとしても、その影響を迂回し又は相殺し、或いは重み付け処理又は判断条件の補正若しくは変更等により対処できる。

【0113】関心領域を複数個設定するための計算機資源の割り当ても算術級数的増加にとどまる。

【0114】また、関心領域の精密的な利用が可能となり、位置選定のフレキシビリティが増す。

【0115】しかも、モニタリングすべき関心領域を複数個設定できるので、利用上のゆとりが生じ、様々な付加的サービスが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るX線CT装置のブロック図である。

【図2】図1のX線CT装置の関心領域及びCT値条件を設定するアイコンの表示例である。

【図3】図1のX線CT装置の関心領域間のCT値条件及び演算式を設定するウィンドウの表示例である。

【図4】図1のX線CT装置の動作を説明するフローチャートである。

【図5】図1のX線CT装置の関心領域間でのCT値の比較判断に適用されるファジィ論理のメンバーシップ関数

を示すグラフである。

【図6】本発明の第2の実施の形態に係るX線CT装置のブロック図である。

【図7】図6のX線CT装置の条件メモリに格納されたテーブルの例であり、(a)は検査対象テーブル、

(b)はパラメータテーブルである。

【図8】図6のX線CT装置のモニタの表示例であり、(a)は画像ウィンドウ、(b)はCT値監視用ウィンドウである。

10 【図9】本発明の第3の実施の形態に係るX線CT装置のブロック図である。

【図10】図9のX線CT装置のシングルスライスモードでのモニタ画面の例で、(a)は硬性強調画面、

(b)は時間座標別画面である。

【図11】図9のX線CT装置のマルチスライスモードでのモニタ画面の例で、(a)はマルチスライス画面、(b)はスライス位置表示画面である。

【図12】本発明の第4の実施の形態に係るX線CT装置のブロック図である。

20 【図13】図12のX線CT装置のモニタの画面表示例であり、(a)は画面全体、(b)は参照画像ウィンドウの表示例である。

【図14】図12のX線CT装置のモニタの画面表示例であり、(a)はCT値監視ウィンドウの通常表示例、(b)は参照画像ウィンドウの対応表示例である。

【図15】図12のX線CT装置のモニタの画面表示例であり、(a)はCT値監視ウィンドウの異常CT値表示例、(b)は参照画像ウィンドウの対応表示例である。

30 【図16】手動モードを説明するフローチャートである。

【符号の説明】

CT1、CT2、CT3、CT4…X線CT装置

A1、A2、A3、A4…検査システム

B1、B2、B3、B4…監視システム

C1、C2、C3、C4…制御システム

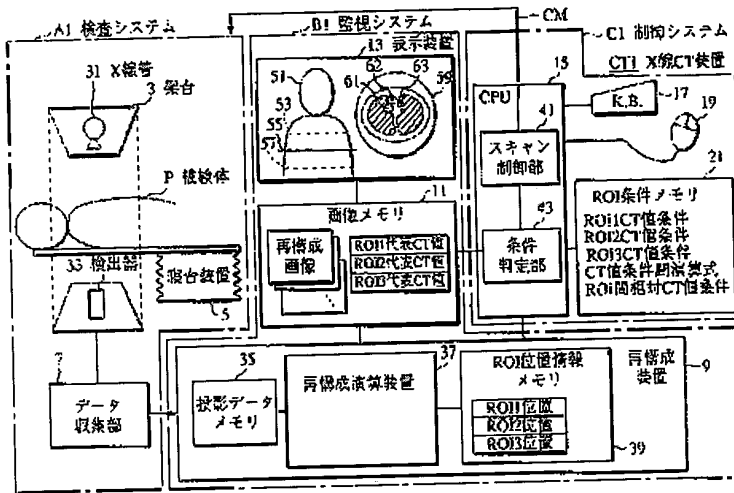
3…スキヤン架台、5…寝台装置、7…データ収集部、

9…再構成装置、11…画像メモリ、13…表示装置、

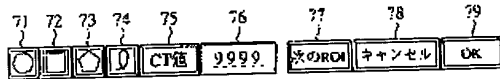
15…CPU、17…キーボード、19…マウス、21

40 …ROI条件メモリ、31…X線管、33…検出器、35…投影データメモリ、37…再構成演算装置、39…ROI位置情報メモリ、41…スキヤン制御部、43…条件判定部、121…条件メモリ、150…検査対象テーブル、160…パラメータテーブル、210…シングルマルチモード切替部、250…硬性強調画面、260…時間別画面、270…マルチスライス画面、354…停止ROI

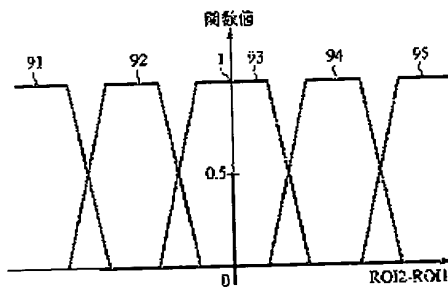
【図1】



【図2】

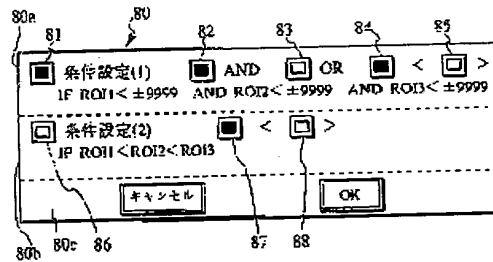


【図3】

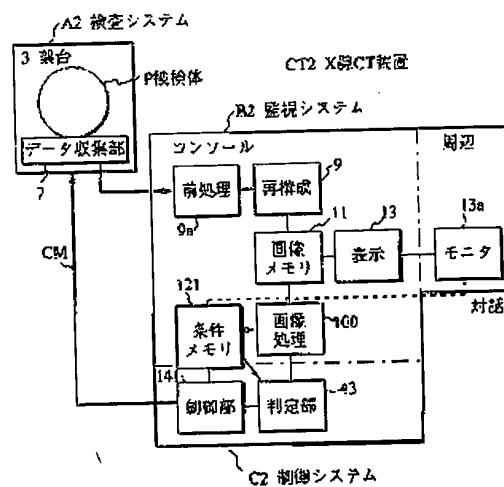


メンバーシップ関数	関数の意味
91	ROI1よりROI2が十分小さい
92	ROI1よりROI2が多少小さい
93	ROI1とROI2がほぼ同じ
94	ROI1よりROI2が多少大きい
95	ROI1よりROI2が十分大きい

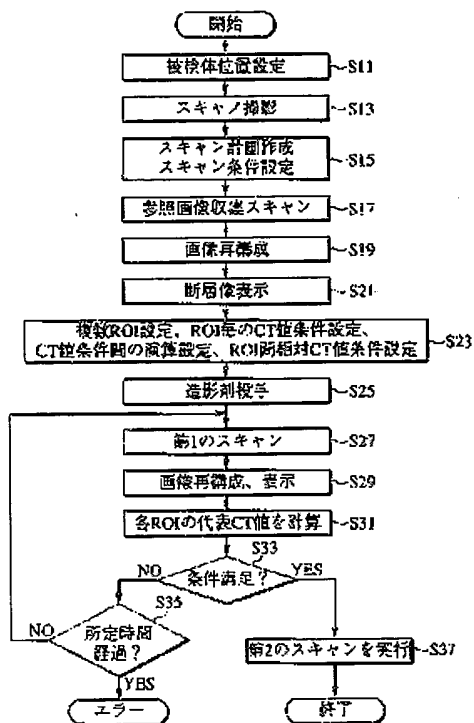
【図4】



【図6】



【図4】



【図7】

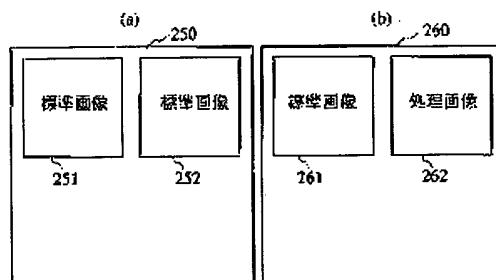
(a)

NO	臓器	症例-n
1	肝臓	ガン
2	心臓	弁膜症
3	肺	ガン
4		

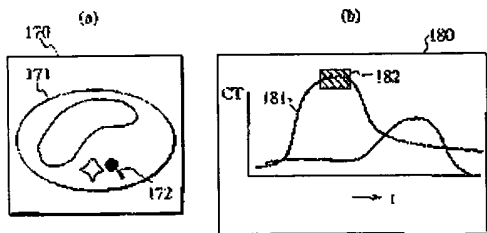
(b)

NO	撮影条件	表示条件-1
1a	間欠スキャン (パラメータ群)	複写画像 (パラメータ群)
1b	同期スキャン (パラメータ群)	グラフ表示 (パラメータ群)

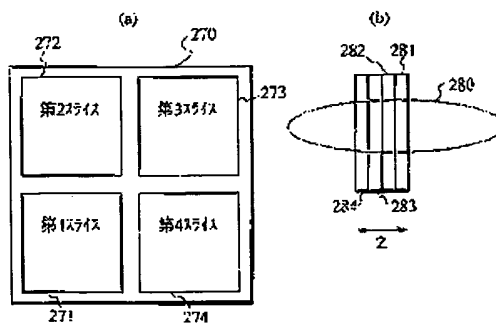
【図10】



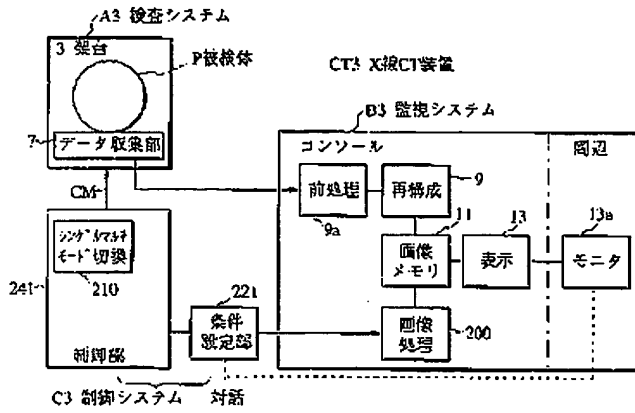
【図8】



【図11】

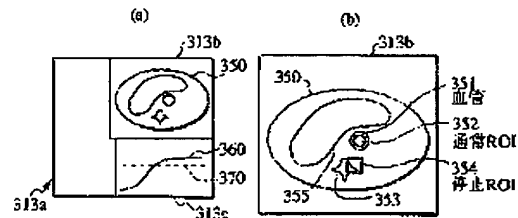
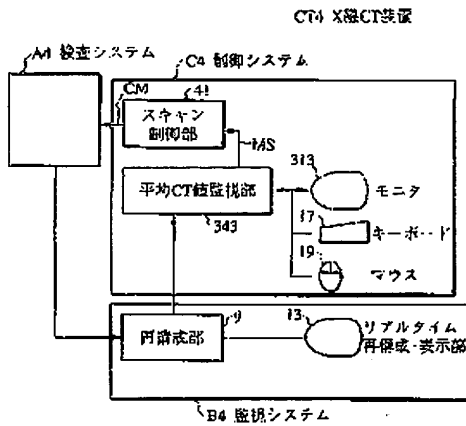


【図9】

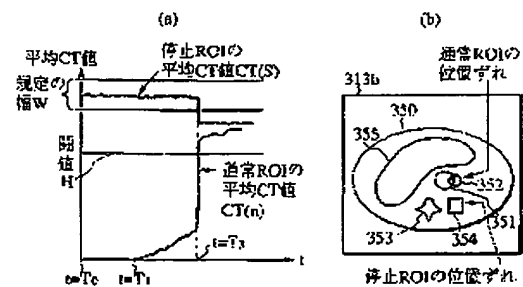


【図12】

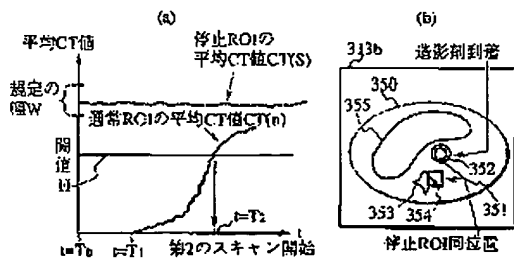
【図13】



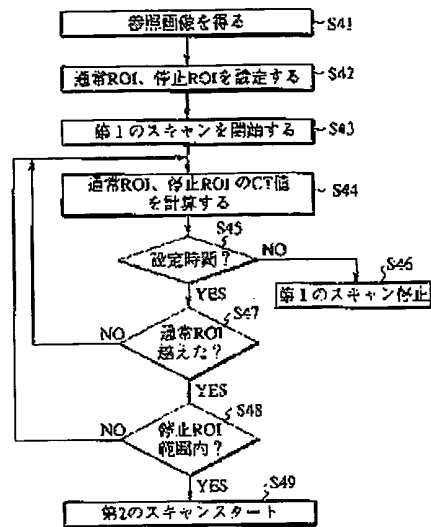
【図15】



【図14】



【図16】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.